

## 과학과 기술의 관계

## 과학과 기술은 하나?

### □ 현대적인 통념: 과학기술=과학+기술

“과학 기술 혁명을 거치며 과학과 기술은 결합해서 하나가 되었다.”

“현대 기술은 과학의 내용과 방법이 응용된 응용과학이다.”

### □ 기술은 과학의 응용

전자기학→모터, 발전기, 전신, 무선전신, 라디오

핵물리학→핵발전, 핵폭탄

### □ 그렇다면 자연대와 공대는 왜 따로?

## 과학과 기술 무엇이 다른가?

### □ 과학 vs. 기술

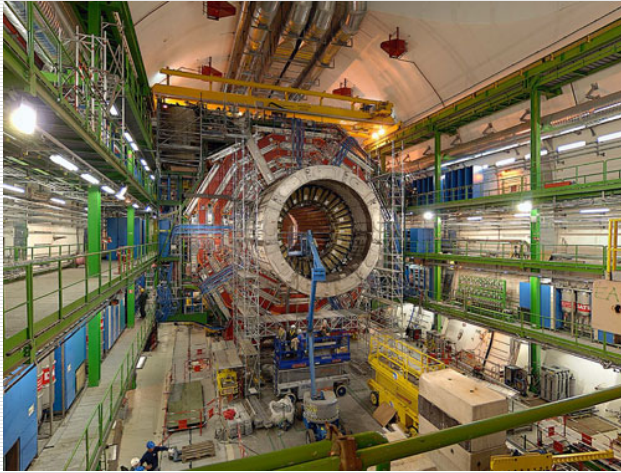
- 실체: 지식(이론) vs. 실천(응용)
- 대상: 자연 vs. 인공물
- 동기: 지적 호기심 vs. 실질적인 유용성
- 목적: 설명(예측)과 이해 vs. 최대 효율을 위한 디자인

→ 과학과 기술은 동기, 목적, 대상이 다른 서로 구분되는 분야이며, 과학자와 기술자 사회 또한 상이한 가치체계를 가진 상이한 집단

## 과학의 대상인 '자연'이란?



## 과학자들의 실험실? 엔지니어들의 작업장?



## 과학과 기술의 대상과 동기 재고

### □ 대상

- 과학: (실험실에서 만들어낸) "제2의 자연"
- 기술: 인공물(의 과학적 이론)

### □ 동기와 목적도 그 차이가 분명하지 않음

- 인공물에 대한 근본적 이해를 추구하는 엔지니어
- 엔지니어보다 더 실용성을 추구하는 과학자

→ 이러한 변화 역사적으로 형성: 역사적 고찰 필요

## 고대 - 르네상스

### □ 수행하는 사람

- 과학은 학자(자연철학자) / 기술은 장인

### □ 두 계층 사이에는 상호작용 없었음 → 왜?

- 학자들은 학자 사회(예: 대학)에서 활동 / 장인들은 대부분 문맹
- 자연에 조작을 가하는 것은 참된 과학이 아님
- 당시 기술(불, 바느질, 시계, 풍차, 농업기술)에 과학 불필요

→ 르네상스기 이후 이 둘을 가로막는 장벽에 점차 빈틈이 생겨 나고 부분적으로 장벽이 허물어지기 시작  
엔지니어의 사회적 지위 향상: 독학으로 학식을 쌓고 대학의 학자들과 교류, 기술적 주제에 관한 책 집필 시작

## 17세기 과학혁명

### □ 새로운 과학철학의 등장: 베이컨

- "진리와 효용은 하나다"
- 참된 과학은 실제 세상에서도 유용
- 이런 과학을 얻어내기 위해서 자연에 조작해야
  - 실험적 방법의 도입
  - "과학적 도구"의 사용
    - 망원경, 현미경, 진공 펌프, 기압계...
  - 자연에 개입하고 자연을 "고문"하기 시작
- 이렇게 해야 참된 지식이 얻어짐

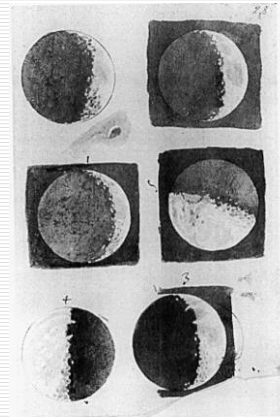
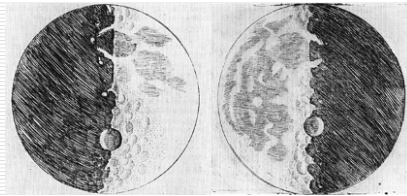
### □ 새로운 자연관의 등장: 데카르트

- 기계로서의 자연 & 자연의 연장으로서의 인공물
- 자연물도 기계적으로 설명 & 기계도 자연법칙 작동



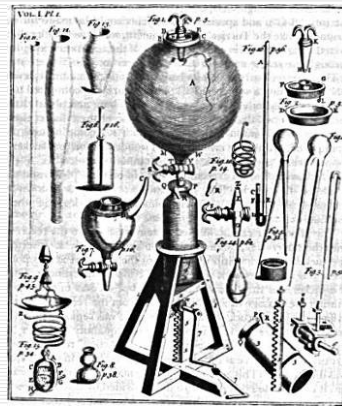


갈릴레오의 망원경과  
그가 스케치한 달의 표면



7-12. Galileo, wash drawings of the moon (top); Mt. Gal. 4th, fol. 48r. Courtesy of the Biblioteca Nazionale Centrale, Florence.

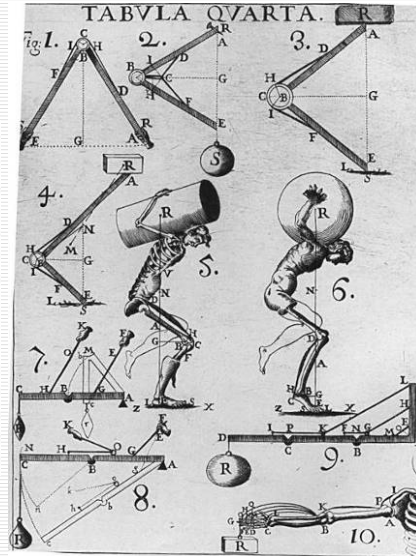
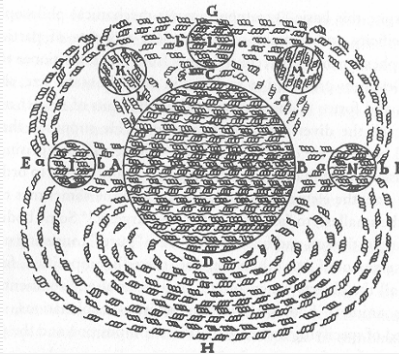
## Robert Hooke's Micrographia



Robert Boyle and the Air Pump







## 17세기 등장한 새로운 도구의 역할

- 과학 → 도구 → 자연에 개입
  - 실험실에서 “제 2의 자연”의 창조
    - 예) 보일의 진공 펌프 : 진공이 자연에 존재?
- 기술 → 도구 → 과학에 침투
- 과학 ↔ 도구 ↔ 기술
  - 과학과 기술의 한가지 중요한 접면이 형성

## 18-19세기 산업혁명기 : 과학적 문화 소풍

- 과학자, 기술자의 사회적 간격이 좁혀짐
- 함께 과학과 산업의 주제에 대해서 토론
- 과학자, 기술자가 함께 모이는 여러 공간들 형성

예) Birmingham의 Lunar Society

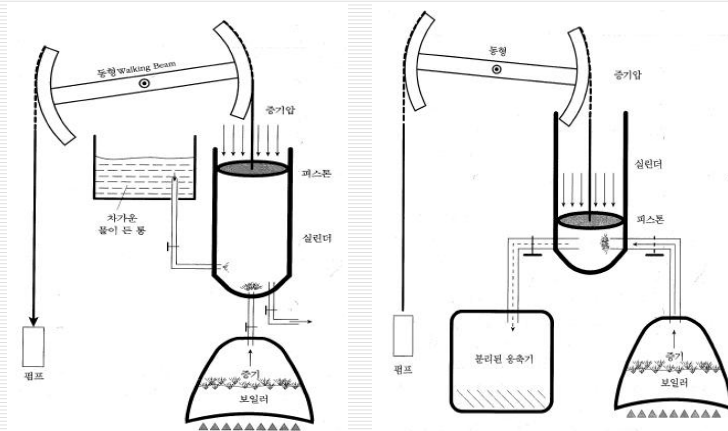
- James Watt, Matthew Boulton, Josiah Wedgewood, Joseph Priestley, Erasmus Darwin
- 플로지스톤 이론, 열이론, 증기기관 등의 문제들을 놓고 토론



## 아직 응용과학이라고 하기엔...

- 산업혁명을 이끈 주요 기계들: 기술적 성취, not 과학적 성취
  - 하그리브스의 제니 방직기, 아크라이트의 수력 방직기, 크롬푸턴의 물 방직기, 카트라이트의 역직기
    - 하그리브스이는 방직공, 아크라이트, 크롬푸턴, 카트라이트는 각각 이발사, 요면, 목사
  - 뉴커먼 증기기관, 와트의 증기기관
    - 조지프 블랙의 잠열 이론 응용? No.
    - 이후 증기기관의 작동 원리 및 효율 연구는 오히려 19세기 열역학 연구에 기여: 즉, “열→일” 문제와 열효율 개념 제공

## 뉴커먼의 증기기관과 와트의 개량



## 과학 문화, 과학 교육. 그러나 ...

### □ 제임스 와트

- 물의 성분에 관한 연구 / '인공적인 공기의 의학적 이용'  
But 증기기관과는 무관한 연구

### □ 민간 공학자(civil engineer) 존 스미턴

- 수차의 효율 비교 연구 : 상사식 > 하사식  
뛰어난 과학적 연구 : 왕립학회 코플리 메달 수상
- But 다른 기술자들은 비용 적게 드는 하사식 수차 건설

### □ 영국의 군사 아카데미(1742) 설립

- 뉴턴식 미적분학, 정역학 기초 교육  
But 경험 부족, 알팍한 지식 → 현장 기술자로서의 자격 부족
- 오히려 교육 못 받은 민간 기술자들이 훨씬 산업화에 기여

## 과학적 자문의 쓸모는?

메나이 해협 토머스 텔포드의 철교(1824년 완공) 설계에 대한 자문

### □ 왕실 천문학자의 보고서 :

"태양광선의 영향을 가장 덜 받게 하기 위해 다리를 흰색으로 칠해야 하며, 벼락을 막는 안전장치를 설치해야 한다."

### □ 옥스퍼드 기하학 교수의 보고서 :

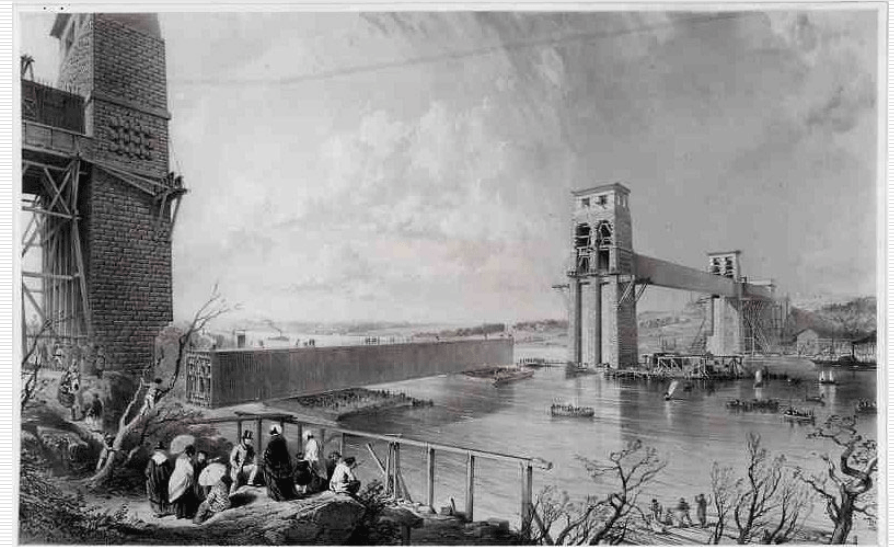
길이 10만분의 1센티미터까지, 무게 천분의 1그램까지 계산

### □ 케임브리지 수학 교수 밀너의 보고서 :

"계산에 쓰이는 기호와 수들은 아주 미세한 규모까지 완벽하게 옳을 수 있겠지만, '다리는 여전히 불안정할 것'"

### □ 에딘버러 수학 교수 플레이페어 :

"(이론적인 역학은) 온갖 고급 기하학의 도움을 받았음에도 불구하고 매끄러운 쇠기들의 집합의 평형상태를 계산하는 수준에서 더 나아가지 못했다."



## 19세기 - 20세기초 : 응용과학의 탄생

### □ 19세기 과학의 응용 사례

- 볼타의 전지(1800), 패러데이의 회전기(1821), 전자기 유도(1831) → 발전기(1832), 전동기(1832), 전신(1837)
- 헤르츠의 전자기파 발견(1887) → 무선전신(1896)

### □ 과학의 단순 응용은 아님

- 실용화 위한 문제 해결 필요
  - 전신 : 송신거리 & 문자 표준화 → 계전기, 모스 부호
  - 무선전신 : 송신거리, 동조 → 안테나, 코히러 계량, 7777특허
- 기구 하나가 아닌 시스템 전체가 마련되어야
  - 전기조명 산업은 단지 백열등 발명으로 나타난 것이 아님  
발전, 송전, 배전, 계량의 전체 시스템 함께 마련되어야

## 경계인과 경계공간의 형성

### □ 두 분야에 '양다리'를 걸친 사람들이 중요한 역할

- **Scientist-engineer** : 과학을 공부하고 기술적 문제에 관심
  - 윌리엄 톰슨 : 물리학자, 전신, 과학측정기기의 영역에도 기여
- **Practicing-engineer** : 기술 분야에서 활동, 경험을 이론화하는 데 관심
  - 존 스미턴 : 토목 엔지니어, 기계의 효율 수학적 모델을 사용해 계산

### □ 새로운 '경계 공간'인 산업체 연구소의 설립

- 1880년대 독일의 화학회사 Bayer에서 전문 과학자 고용 시작
- 1900-20년대 GE, Du Pont, AT&T에 산업체 연구소 설립
  - Langmuir는 GE 연구소에서 연구원을 하면서 노벨상
- 당장의 필요에 따른 연구도 하면서 이와 연관되는 '기초'연구도 수행
- 일반적으로 신기술 개발하지 않음  
기존의 기술 개량 확장 & 특허 개발 통제하여 경쟁 업체 밀어내는 역할
- 여전히 복사기, PC와 같은 획기적인 발명품들은  
산업체 기술자나 과학자가 아니라 독립적인 발명가의 작품



Scanned at the American  
Institute of Physics

Langmuir, J.J. Thomson and Coolidge at the GE Lab

## 현재의 과학과 기술

### □ 전반적인 역사적 경향

- 과학과 기술의 관계는 역사적으로 점차 밀접해지고 있음 :  
경계물, 경계인, 경계공간(기업 연구소, 대학내 반도체 연구소)
- 정부의 응용과학에 대한 믿음과 공적 지원 : 군사력, 국가경쟁력
- 거대과학의 출현 : 엔지니어들과 과학자들의 총집합소

### □ 그럼에도 깊은 간극

- 엔지니어에겐 잘 모르더라도 실제로 작동하는 것이 중요  
[예. 마르코니의 무선전신 및 대서양 횡단]
- 엔지니어도 과학을 배우지만 그것이 꼭 최신 이론일 필요는 없음  
현장 공학자나 기술자들에게 '한물 간' 과학으로도 대부분 충분  
[예. 우주선 보내는 데 양자역학, 상대성이론 필요 없음]
- 논문 발표 vs. 특허 출원  
Cf. 생명과학, 컴퓨터 분야 등에서는 연구 결과물이 특허의 대상이 되기도
- 하나의 진리 vs. 다양한 디자인